

Die neuen ergänzenden Netzanschlussregeln von E.ON Netz GmbH

New Supplementary Regulations for Grid Connection by E.ON Netz GmbH

Fritz Santjer, Rainer Klosse, DEWI



Einleitung

Seit dem 01. Januar 2003 sind die ergänzenden Regeln für den Netzanschluss von Windenergieanlagen [1] von E.ON Netz GmbH (ENE) wirksam. Sie gelten für alle Windparks, die ab diesem Datum in Betrieb genommen werden und bei denen ein Antrag auf Netzanschluss nach dem 01. Januar 2002 gestellt worden ist. Diese neuen Regeln haben im Hinblick auf den weiteren Windenergieausbau zum Ziel, dass Windparks stützend für das Netz wirken, insbesondere bei Netzfehlern.

1. Hintergrund

Die neuen Netzanschlussregeln von ENE [1] zielen in Ergänzung zu den allgemeinen Netzanschlussregeln [2] insbesondere auf den Netzanschluss von großen Windparks im Hoch- und Höchstspannungsnetz in der Regelzone von ENE. Auf Grund der prognostizierten Entwicklung der Windenergie in Deutschland mit ca. 20.000 MW installierter Leistung in 2010 und ca. 40.000 MW in 2020 (onshore und offshore) sind Windparks und Windenergieanlagen gefordert netzstützend zu wirken [3]. Die bisherige Philosophie beim Netzanschluss von Windenergieanlagen ging davon aus, im Falle von Netzstörungen, z. B. bei Spannungseinbrüchen, die Windenergieanlagen innerhalb kürzester Zeit abzuschalten. Ein großflächiger kurzzeitiger Spannungseinbruch, z. B. hervorgerufen durch einen Kurzschluss im Höchstspannungsnetz, kann bei der bisherigen Philosophie ein Abschalten aller Windenergieanlagen im norddeutschen Raum verursachen, was im Extremfall ein Abschalten von mehreren Tausend Megawatt Windenergie innerhalb kürzester Zeit bedeuten könnte. Das Europäische Verbundnetz UCTE ist aber nur in der Lage, den plötzlichen Abfall von 3000 MW zu verkraften. Somit würde im Extremfall ein Abschalten der Elektrizitätsversorgung ganzer Regionen erfolgen. Die neuen ergänzenden Netzanschlussregeln von ENE sollen diesem Szenario entgegenwirken.

Die neuen Netzanschlussregeln basieren auf Erfahrungen und entsprechenden Regelungen in Dänemark. Aber auch andere Länder, wie z. B.

Introduction

Since 01. January 2003 the supplementary regulations for the grid connection of wind turbines [1] issued by E.ON Netz GmbH (ENE) have come into effect. They apply to all wind farms commissioned as of this date, for which an application for grid connection has been filed after 01.01.2002. With a view to the further expansion of wind energy, the new regulations aim to achieve that wind farms have a supporting effect on the grid, particularly in case of grid faults.

1. Background

The new grid connection regulations by ENE [1] supplement the general grid connection regulations [2] and are particularly aimed at the grid connection of large wind farms in the high-voltage and extra-high voltage grids in the coverage area of ENE. Because of the expected development of wind energy in Germany with approx. 20,000 MW installed capacity in 2010 and approx. 40,000 MW in 2020 (onshore and offshore), wind farms and wind turbines will be required to have a supporting effect on the electricity supply grid [3]. So far, the grid connection of wind turbines has been based on the philosophy that in case of grid disturbances, e.g. voltage drops, the wind turbines were shut down very quickly. With this philosophy, a short-time voltage drop over a large area, caused e.g. by a short circuit in the extra-high voltage grid, can cause a shut-down of all wind turbines in the North German region, which means that in an extreme case several thousand megawatt of wind energy could be shut down abruptly. The European interconnected system UCTE, however, cannot cope with sudden drops of more than 3,000 MW. In an extreme case therefore the electricity supply of entire regions could be cut off. The new supplementary regulations issued by ENE are intended to counteract this scenario.

The new grid connection regulations are based on the experience and respective regulations in Denmark. Other countries, such as Scotland, are also presently working on similar rules. In Germany, the new regulations for the grid connection in the high-voltage and extra-high voltage grids apply

Schottland, entwerfen zur Zeit ähnliche Regelungen. In Deutschland gelten die neuen Regeln für den Netzanschluss im Hoch- und Höchstspannungsnetz in der Regelzone der E.ON Netz GmbH. Es ist aber abzusehen, dass andere Netzbetreiber ähnliche oder gleiche Regelungen einführen werden. Unter anderem sollen in Norddeutschland fast gleichlautende Regelungen auch für den Netzanschluss von Windparks direkt im Umspannwerk an der Mittelspannungsschiene als Ergänzung zu [4] gelten.

Die neuen Netzanschlussregeln wurden von ENE in engem Kontakt mit Herstellern von Windenergieanlagen, mit Prüfinstituten und mit Verbänden erstellt. Die Windenergieanlagenhersteller haben bereits Maßnahmen zur Umsetzung der Regeln getroffen. Da die Regelungen zum Teil sehr weitreichende Änderungen am elektrischen System der Windenergieanlagen erfordern können, ist von Seiten der Hersteller teilweise ein großer Aufwand nötig. Von einigen Herstellern wurde bereits gemeldet, dass ihre Windenergieanlagen den neuen Netzanschlussregeln entsprechen.

Die Diskussionen zwischen ENE, den Herstellern, Prüfinstituten und Verbänden haben ENE veranlasst, Erläuterungen zu den Netzanschlussregeln [5] herauszugeben, die zusätzliche Informationen liefern und das Verständnis für die Anforderungen erleichtern.

2. Anforderungen der neuen Netzanschlussregeln

Die Vorgaben der neuen Netzanschlussregeln betreffen die folgenden Punkte:

- Einschalten des Windparks
- Blindleistung
- Wirkleistungsabgabe
- Verhalten bei Störungen im Netz

Maßgeblich ist jeweils der Netzverknüpfungspunkt und damit das Verhalten des gesamten Windparks und nicht das Verhalten einer Einzelanlage des Windparks.

Einschalten des Windparks

- Der Einschaltstrom des Windparks darf nicht größer als der 1,2fache Strom sein, der der Netzanschlusskapazität entspricht.

Die vertraglich vereinbarte Netzanschlusskapazität wird in der Regel im Bereich der Nennleistung des Windparks liegen. Zur Erfüllung der Forderung ist es möglich, die Windenergieanlagen des Windparks nacheinander einzuschalten, falls der Einschaltstrom der Einzelanlage nicht bereits unter dem 1,2fachen des Nennstromes liegt.

only in the coverage area of E.ON Netz GmbH. It is to be expected, however, that other grid operators will introduce the same or similar regulations. In North Germany for example almost identical regulations shall apply as a supplement to [4] for the connection of wind farms to medium voltage directly at the transformer substation.

The new grid connection regulations were prepared by ENE in close co-operation with wind turbine manufacturers, measuring institutes and organisations. Wind turbine manufacturers have already adopted measures for the implementation of these regulations. Although in some cases extensive modifications to the electrical system of the turbines are necessary, some manufacturers already reported that their wind turbines now are complying with the new grid connection regulations.

The discussion between ENE, the manufacturers, measuring institutes and organisations have prompted ENE to issue an explanation to the grid connection regulations [5], which gives additional information and makes it easier to understand the requirements.

2. Requirements of the New Regulations for Grid Connection

The new regulations for grid connection concern the following items:

Blindleistung

- Bei Wirkleistungsabgabe muss der Windpark mit einem Leistungsfaktor von 0,975 (induktiv) bis 0,975 (kapazitiv) betrieben werden können.

Hierbei ist zu beachten, dass diese Forderung für den ganzen Windpark gilt. Es müssen also auch die Transformatoren und die interne Windparkverkabelung berücksichtigt werden. Anders als bisher soll nicht unbedingt ein fest vorgegebener Wert ständig eingehalten werden, sondern die Blindleistung des Windparks soll der jeweiligen Netzsituation angepasst werden. Hierzu wird ENE dem Windpark ein Sollwertsignal zur Verfügung stellen. Entsprechend diesem Signal muss der Windpark die geforderte Blindleistung bzw. den geforderten Leistungsfaktor einstellen.

Wirkleistungsabgabe

Zu diesem Punkt gibt es drei verschiedene Forderungen:

- Der Anstieg der Wirkleistung des Windparks darf nach Spannungslosigkeit einen Gradienten von 10 % der Netzanschlusskapazität pro Minute nicht überschreiten. Dieses kann z. B. auch durch eine Einschaltverriegelung der einzelnen Windenergieanlagen eines Windparks erreicht werden, bei der die Windenergieanlagen nacheinander einschalten.
- In besonderen Ausnahmefällen ist E.ON Netz berechtigt eine vorübergehende Begrenzung der Leistung oder eine Ausschaltung vorzunehmen. Nur in extremen Netzsituationen soll diese Begrenzung der Leistung oder Ausschaltung erfolgen, so dass wirtschaftliche Einbußen nicht zu erwarten sind. ENE wird dem Windpark ein Sollwertsignal zur Verfügung stellen, das die maximal zulässige Wirkleistung des Windparks vorgibt.
- Der Windpark muß innerhalb des in Abb. 1 dargestellten Spannungs-Frequenzbereiches betrieben werden können. Unterhalb 47,5 Hz und oberhalb 51,5 Hz muss der Windpark unverzüglich ausschalten. Im Frequenzbereich zwischen 50,25 und 51,5 Hz muss die Wirkleistung des Windparks mit ansteigender Frequenz begrenzt werden. Der in Abb. 1 dargestellte Spannungsbereich gilt für die Hoch bzw. Höchstspannungsebene. Es ist zu berücksichtigen, dass ein möglicher Stelltransformator im Umspannwerk die extremen Spannungssituationen vermeiden kann, so dass auf Mittelspannungsebene im Windpark in der Regel übliche Spannungsbereiche auftreten.

- *Wind farm cut-in*
- *Reactive power*
- *Active power output*
- *Behaviour in case of grid disturbances*

The decisive criterion is the respective point of common coupling and therefore the behaviour of the entire wind farm and not the behaviour of an individual wind turbine.

Wind farm cut-in

- *The cut-in power of the wind farm must not be more than 1.2 times the power that corresponds to the grid capacitance. The contractually agreed grid capacitance normally lies within the range of the rated power of the wind farm. In order to comply with this requirement it is possible to start the wind turbines of the wind farms one after the other, provided the cut-in power of the individual turbines is not already below the 1.2fold of the rated power.*

Reactive power

- *During active power output it must be possible to operate the wind farm with a power factor of 0.975 (inductive) to 0.975 (capacitive).*

It should be noted that this requirement applies to the whole of the wind farm, which means that the transformers and the internal wind farm cabling also must be taken into account. Differing from the previous regulations, it is not necessary to permanently maintain a certain preset value. Instead the reactive power of the wind farm is to be adjusted to the respective grid situation. For this purpose, ENE will supply a setpoint signal according to which the reactive power or power factor of the wind farm has to be adjusted.

Active power output

Concerning this item there are three different requirements:

- *After a loss of voltage, the increase in active power of the wind farm must not exceed a gradient of 10 % of the grid capacitance per minute. This can be achieved for example by interlocking the individual wind turbines of a wind farm in such a way that they cut in one after the other.*
- *In exceptional cases E.ON Netz is entitled to perform a temporary restriction of the power output or to cut out the wind farm. Such a restriction of power or a cut-out will only be performed in extreme grid disturbance situations, so that financial losses are not to be expected. ENE will supply a setpoint signal to the wind farm which indicates the maximum admissible active power of the wind farm.*

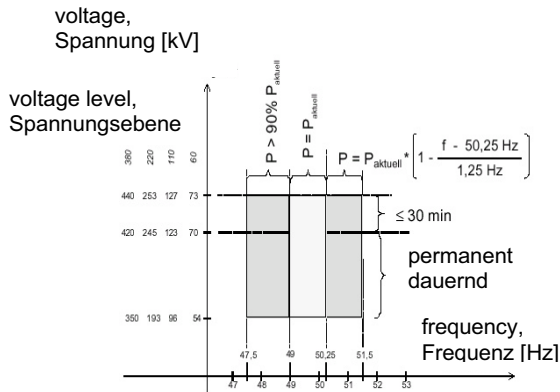


Abb. 1: Spannung/Frequenzbereich, in dem der Windpark betrieben werden können muss.

Fig. 1: Voltage/frequency range, where the wind farm must be able to operate.

Verhalten bei Störungen im Netz

- Bei Anschluss an ein Netz mit einer Nennspannung von größer 60 kV muss der Windpark während eines Kurzschlusses im Netz der ENE für die Dauer des Kurzschlusses, jedoch maximal für 3 Sekunden, den größtmöglichen Scheinstrom im Quadranten III liefern. Dies gilt nur bei störungsbedingten Vorgängen und für Spannungen am Netzanschlussknoten zwischen 15% und 60% der Betriebsspannung.
- Wenn bei Störungen im Netz der Betrag der Spannung am Netzanschlussknoten oberhalb des in Abb. 2 dargestellten Verlaufs liegt, darf keine automatische Trennung vom Netz erfolgen. Diese Anforderung ist für viele der Windenergieanlagenhersteller der kritischste Punkt. Es besteht die Notwendigkeit, die Windenergieanlagen bzw. den Windpark selbst bei niedrigsten Spannungen (bis zu 15 % der Nennspannung) für kurze Zeitabschnitte zu betreiben, ohne die Windenergieanlagen abzuschalten. Neben dem erforderlichen technischen und finanziellen Aufwand ist hier die verhältnismäßig kurzfristige Einführung der Richtlinie ein Problem.

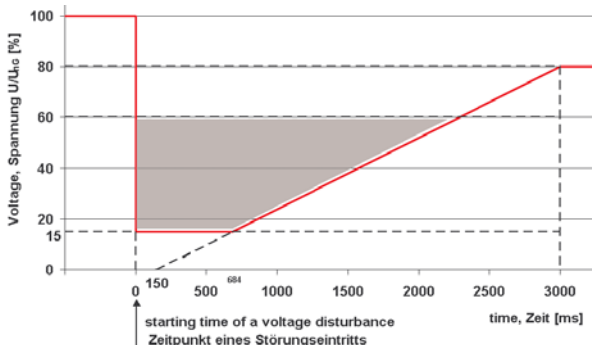


Abb. 2: Bei Spannungseinbrüchen oberhalb der dargestellten Kurve darf die Windenergieanlage nicht abschalten.

Fig. 2: The wind turbine is not allowed to disconnect in case of voltage drops, which are above the given curve.

- The wind farm must be operable within the voltage frequency range indicated in Fig. 1. Below 47.5 Hz and above 51.5 Hz the wind farm must shut down immediately. In the frequency range between 50.25 and 51.5 Hz the active power of the wind farm must be limited as the frequency is rising.

The voltage range shown in Fig. 1 applies to the high and extra-high voltage levels. It should be noted that extreme voltage situations can be avoided if a transformer with tap changers is available in the transformer substation, thus ensuring that on medium voltage level the voltages in the wind farm normally are within the usual range.

Behaviour in case of grid disturbances

- When connected to a grid with a rated voltage of more than 60 kV, the wind farm in case of a short-circuit in the ENE grid has to supply the highest possible apparent power in quadrant III for the duration of the short circuit, but not for more than 3 seconds. This applies only to operations due to disturbances and for voltages at the grid node between 15% and 60% of the operating voltage.
- If in case of disturbances in the grid the voltage at the grid node is above the curve shown in Fig. 2, the wind turbine is not allowed to disconnect automatically from the grid.

For many wind turbine manufacturers, this is the most critical demand. It means that the wind turbines or the wind farm, respectively, must be operable for short periods even at extremely low voltages (down to 15% of the rated voltage) without disconnecting. Apart from the technical modifications required and costs involved, this is also a time problem because the guideline has been introduced at relatively short notice.

Fig. 3 shows a measurement in a wind farm where the wind farm is cut off as a result of a major voltage drop (about 50 % of the rated voltage). This

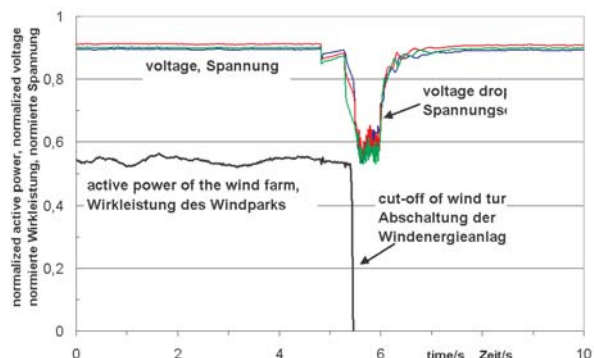


Abb. 3: Abschaltung eines Windparks infolge eines Spannungseinbruchs. Entsprechend der neuen Anschlussregeln dürfte der Windpark nicht abschalten.

Fig. 3: Cut-off of a wind farm due to a large voltage drop. Concerning the new requirements the wind farm would be not allowed to disconnect.

Abb. 3 zeigt eine Messung in einem Windpark, bei der der Windpark infolge eines starken Spannungseinbruchs (von etwa 50 % der Nennspannung) abschaltet. Dieses Verhalten des Windparks entspricht der bisherigen Philosophie. Zukünftig sollen Windparks bei dem gezeigten Spannungseinbruch nicht abschalten.

3. Überprüfung der Einhaltung der neuen Netzanschlussregeln

Zur Überprüfung, ob die neuen ergänzenden Netzanschlussregeln von den Windparks eingehalten werden, wird zur Zeit eine Richtlinie erarbeitet [6], an der Prüfinstitute, Hersteller von Windenergieanlagen und Verbände arbeiten. Viele der Anforderungen müssen nicht unbedingt am konkreten Windpark, sondern können auch an einer Einzelanlage, z. B. während einer Prototypenmessung geprüft werden. In einigen Punkten kann zusätzlich auch eine theoretische Berechnung notwendig sein, um von der Einzelanlage auf den konkreten Windpark zu schließen. Bei der Überprüfung des Verhaltens während des Spannungseinbruchs (entsprechend Abb. 2) ist eine Messung auf einem Prüfstand notwendig.

Einschalten des Windparks

Zur Überprüfung des maximalen Einschaltstromes genügt es, den maximalen Einschaltstrom einer einzelnen Windenergieanlage zu betrachten, sofern der Windpark eine gegenseitige Einschaltverriegelung der Windenergieanlagen aufweist, die sicherstellt, dass die Anlagen nacheinander einschalten. Ansonsten muss auch die Anzahl der gleichzeitig einschaltenden Windenergieanlagen berücksichtigt werden. Alternativ kann auch der Einschaltstrom des konkreten Windparks gemessen werden.

Blindleistung

Bei der Überprüfung des Blindleistungsverhaltens sind zwei Alternativen möglich. Einerseits kann der konkrete Windpark geprüft werden durch Variation der Sollwertvorgabe und gleichzeitige Messung der Blindleistung des Windparks. Zum anderen kann das Blindleistungsverhalten einer Einzelanlage geprüft werden. Dann muss aber in einer theoretischen Berechnung das Blindleistungsverhalten des Windparks unter Einbeziehung der Transformatoren und der Verkabelung nachgewiesen werden.

Wirkleistungsabgabe

Hier sind die folgenden drei Punkte zu prüfen:

- Der Gradient des Wirkleistungsanstiegs nach Spannungslosigkeit lässt sich analog dem Einschaltstrom prüfen. Die Überprüfung kann also entweder durch eine Einschaltverriegelung der

wind farm performance corresponds to the previous philosophy. In future, wind farms are not allowed to cut off at a voltage drop as shown below.

3. Verification of compliance with the new regulations for grid connection

In order to verify if wind farms comply with the new supplementary grid connection regulations, measuring institutes, wind turbine manufacturers and organisations are presently preparing a guideline [6]. Many of these requirements do not necessarily have to be verified at the wind farm itself, but can also be measured on an individual turbine, for example during type testing. Some items may additionally require a theoretical calculation to be able to infer from the individual turbine to a specific wind farm. In order to verify the behaviour during a voltage drop (according to Fig. 2) it will be necessary to carry out measurements on a test stand.

Wind farm cut-in

In order to verify the maximum cut-in power of a wind farm it is sufficient to look at the maximum cut-in power of an individual wind turbine, providing the turbines in the wind farm are interlocked in such a way that they cut in one after the other. If this is not the case, the number of wind turbines cutting in simultaneously also has to be taken into account. Alternatively it is also possible to measure the cut-in power of the specific wind farm.

Reactive power

For the verification of the reactive power performance two alternatives are possible. One is the verification of the specific wind farm by changing the setpoint given and simultaneously measuring the reactive power of the wind farm. The other is to check the reactive power performance of an individual turbine. In that case it is necessary, however, to prove the reactive power performance of the wind farm including the transformers and cabling in a theoretical calculation.

Active power output

Here the following three items must be verified:

- *The gradient of the active power increase after a loss of voltage can be checked analogously to the cut-in power, i.e. verification is possible either by having the wind turbines interlocked or alternatively by measuring the active power during the starting of the specific wind farm.*
- *The restriction of the active power in extreme grid situations can be verified either on the individual turbine, e.g. during a type test, or on the specific wind farm. In both cases a setpoint signal is given. By changing the setpoint signal*

Windenergieanlagen erfolgen oder alternativ durch eine Messung der Wirkleistung während des Einschaltens des konkreten Windparks.

- Die Überprüfung der Begrenzung der Wirkleistung in extremen Netzsituationen kann sowohl an der Einzelanlage, z. B. während einer Prototypenmessung, als auch an dem konkreten Windpark erfolgen. In beiden Fällen wird ein Sollwertsignal vorgegeben. Durch Veränderung des Sollwertsignals und gleichzeitiger Messung der Wirkleistungsabgabe kann das Verhalten der Anlage ermittelt werden.
- Ob der Windpark bzw. die Windenergieanlage innerhalb des in Abb.1 dargestellten Bereiches betrieben werden kann, ist nur während einer Typenprüfung durch Einzelprüfung der Bauteile zu ermitteln. Hingegen kann das Verhalten der Schutzeinrichtung, die bei Über- oder Unterschreiten der Grenzwerte den Windpark ausschaltet, analog zu dem Verfahren getestet werden, wie es bereits in [7] bei der Netzschutzprüfung vorgegeben ist. Hierbei werden die Pegel, bei der die Schutzeinrichtung auslöst, und die Abschaltzeiten ermittelt.

Verhalten bei Störungen im Netz

Das Verhalten der Windenergieanlagen bei Störungen im Netz, insbesondere während Spannungseinbrüchen, wird auf einem Prüfstand getestet. Das Antriebssystem der Windenergieanlage ist hierbei an eine umschaltbare Spannung angeschlossen und wird durch einen regelbaren Motor angetrieben. Der Spannungseinbruch, der einen Verlauf oberhalb der in Abb. 2 dargestellten Kurve aufweist, wird durch eine kurzzeitige Umschaltung der Netzspannung simuliert. Während des Spannungseinbruchs darf die Windenergieanlage nicht abschalten, was durch Messungen dokumentiert wird. In Abb. 4 ist hierzu eine Messung des DEWI auf einem Prüfstand an dem Ge-

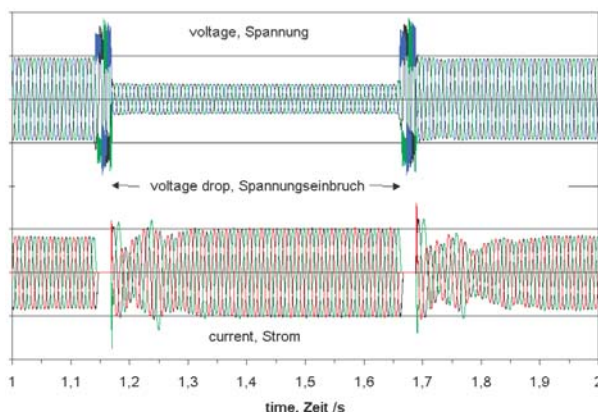


Abb. 4: Messung des Verhaltens des Generatorsystems einer doppelgespeisten Asynchronmaschine im Falle eines großen Spannungseinbruchs.

Fig. 4: Measurement of the behaviour of the generator system of a doubly fed induction machine in case of a large voltage drop.

and simultaneously measuring the active power output, the behaviour of the turbine can be determined.

- Whether or not the wind farm can be operated within the range shown in fig. 1, can only be established during a type test by testing the individual components. The behaviour of the protection device that cuts off the wind farm when limit values are reached, on the other hand can be tested analogously to the procedure specified in [7] for the grid protection test. In this test, the levels at which the protection device is released and the cut-off times are measured.

Behaviour in case of grid disturbances

The behaviour of wind turbines in case of grid disturbances, especially during voltage drops, is tested on a test stand. For this test, the drive system of the wind turbine is connected to a dual-voltage supply and is driven by a variable-speed motor. The voltage drop showing a curve above the one given in Fig. 2 is simulated by changing the supply voltage for a short time. During the voltage drop the wind turbine is not allowed to disconnect, which is documented by measurements. Fig. 4 shows a DEWI measurement on a test stand in which the generator system of a doubly fed induction machine is subjected to a large voltage drop.

neratorsystem einer doppeltgespeisten Asynchronmaschine dargestellt, bei der das Generatorsystem der Windenergieanlage mit einem entsprechenden Spannungseinbruch beaufschlagt wird.

Bei Windenergieanlagen mit sehr hoher Nennleistung ergibt sich allerdings u. a. das Problem, dass die Antriebsleistung der Prüfstände begrenzt ist. In diesem Fall können auch theoretische Simulationsrechnungen herangezogen werden, wenn die Simulation, wie vorstehend beschrieben, auf einem Prüfstand durch eine Messung einer Windenergieanlage mit gleichem Konzept, aber geringerer Leistung verifiziert wird.

4. Zusammenfassung

Die neuen ergänzenden Netzanschlussregeln von ENE sind inkraft getreten. Mit diesen Regeln wird bewirkt, dass zukünftig Windenergieanlagen und Windparks wesentlich zur Netzstützung, insbesondere während Netzfehler, beitragen. Als zentrales Problem für die Umsetzung der Anforderungen stellt sich das Verhalten während Spannungseinbrüchen dar. Hier soll der Windpark bei kurzzeitigen Spannungseinbrüchen bis auf 15 % der Nennspannung weiterbetrieben werden. Für die Überprüfung, ob die Windparks die neuen Netzanschlussregeln einhalten, ist eine Technische Richtlinie in Bearbeitung. Wesentliche Punkte bezüglich der Überprüfung sind bereits geklärt, so dass die erste Version dieser Prüfrichtlinie in Kürze erscheinen wird.

In case of wind turbines with a very high rated power, however, the problem is that the driving power of the test stands is limited. In that case it is also possible to use theoretical simulations, providing the simulation, as described above, is verified by a test stand measurement of a wind turbine having the same technical concept, but a lower power output.

4. Summary

The new supplementary regulations for grid connection issued by ENE have come into effect. The implementation of these rules will ensure that in future wind turbines and wind farms will help to support the grid, especially during disturbances. The main problem with regard to an implementation of the regulations seems to be the behaviour during voltage drops in the grid. Wind farms are required to remain in operation even if the voltage drops down to a value as low as 15% of the rated voltage. To verify whether wind farms comply with the new grid connection regulations, a technical guideline is being prepared. Major items concerning the verification have already been clarified, so that the first version of the guideline will be released soon.

5. Literatur / References

- [1] Ergänzende Netzanschlussregeln für Windenergieanlagen: Zusätzliche technische und organisatorische Regeln für den Netzanschluss von Windenergieanlagen innerhalb der E.ON Netz GmbH.
http://www.eon-netz.de/Ressources/downloads/nar_ergaenzung_fuer_wea_01_12_2001.pdf
- [2] Netzanschlussregeln -allgemein: Technische und organisatorische Regeln für den Netzanschluss innerhalb der Regelzone der E.ON Netz GmbH im Bereich der ehemaligen Preussen Elektra Netz GmbH Co. KG.
http://www.eon-netz.de/Ressources/downloads/nar_allgemein_01_12_2001.pdf
- [3] Technische und betriebliche Aspekte für den Netzanschluss von Windenergieanlagen. M. Luther, E.ON Netz GmbH, Bayreuth; Fritz Santjer, Thomas Neumann, Deutsches Windenergie-Institut GmbH; DEWI Magazin Nr.19, August 2001, Seite 14-22.
- [4] Eigenerzeugungsanlagen am Mittelspannungsnetz. Richtlinie für Anschluss und Parallelbetrieb von Eigenerzeugungsanlagen am Mittelspannungsnetz. 2. Ausgabe 1998, Hrsg.: VDEW e.V.; VWEW-Verlag, Frankfurt
- [5] Ergänzende Netzanschlussregeln für Windenergieanlagen -Erläuterungen-.
http://www.eon-netz.de/Ressources/downloads/erlaeuterungen_nar-weao10802.pdf
- [6] Technische Richtlinie für Windenergieanlagen, Teil 4: Bestimmung der Netzanschlussgrößen Revision 0 Entwurf Stand 04.11.2002, Herausgeber: Fördergesellschaft Windenergie e.V. FGW,
- [7] Technische Richtlinie für Windenergieanlagen Teil 3: Bestimmung der Elektrischen Eigenschaften; Rev. 13; Stand: 1.1.2000; Herausgeber: Fördergesellschaft Windenergie e.V., Hamburg.